

人工智能技术在机械设计与制造中的应用

郭立晓

新乡市长城机械有限公司 河南 新乡 453600

摘要: 随着制造业智能化转型加速,人工智能技术与机械设计、制造领域的融合愈发深入。本文阐述人工智能核心技术及机械设计制造核心流程,分析二者融合的可行性与价值,详细探讨人工智能在机械方案设计、参数优化、智能加工、质量检测等环节的具体应用,剖析当前应用中的技术、人才、应用层面问题,提出针对性应对策略并展望发展趋势,为推动机械设计制造行业向高端化、智能化转型提供理论与实践参考。

关键词: 人工智能技术;机械设计;制造;应用

引言: 在新一轮科技革命与产业变革推动下,传统机械设计与制造模式面临效率低、精度不足、个性化适配差等痛点,难以满足现代产业发展需求。人工智能凭借自主性、适应性等核心特征,在数据处理、智能决策等方面具备显著优势,为机械领域转型升级提供了新路径。基于此,本文围绕人工智能技术在机械设计与制造中的应用展开研究,梳理应用场景、剖析现存问题、展望发展方向,助力行业突破传统瓶颈,实现高质量发展。

1 相关理论基础

1.1 人工智能技术核心概念与分类

(1) 核心概念: 人工智能是通过计算机程序模拟人类智能行为的技术集合,核心特征包括自主性、适应性和泛化性,其在工业领域的应用本质是依托数据与算法,替代或辅助人工完成复杂数据处理、决策与优化任务,为产业升级提供支撑。(2) 主要分类: 机器学习是AI核心方法,通过数据自主学习规律;深度学习基于神经网络自动提取特征,适配海量非结构化数据;计算机视觉让机器“看懂”图像,可用于零件检测;自然语言处理实现人机语言交互,助力工业文档解析,各技术适配不同工业场景。

1.2 机械设计与制造核心流程

(1) 机械设计核心流程: 以需求分析为起点,明确设计目标与约束;通过方案设计提出可行思路,经参数设计确定具体指标,借助仿真验证排查问题,最后通过优化迭代完善设计,形成符合要求的设计方案。(2) 机械制造核心流程: 从原材料加工入手,经毛坯制造、精密加工生产零部件,通过装配调试整合组件,依托质量检测把控产品精度,最终通过运维管理保障设备稳定运行,实现从原材料到成品的全流程落地^[1]。

1.3 人工智能与机械设计制造的融合基础

(1) 技术融合可行性: 人工智能在数据处理、智能决

策、自主优化上的优势,与机械领域设计仿真、生产管控、设备运维的需求高度契合,可破解传统模式中效率低、精度不足等痛点,为融合提供技术支撑。(2) 融合价值: 可大幅降低设计迭代成本、提升制造生产效率、改善产品质量稳定性,实现个性化生产,同时通过预测性维护预判设备故障,减少非计划停机,推动行业向智能化转型。

2 人工智能技术在机械设计中的应用

2.1 人工智能在机械方案设计中的应用

(1) 基于机器学习的需求分析与方案生成: 机械方案设计的核心是精准匹配需求并提出可行思路,人工智能通过机器学习算法挖掘历史设计数据、行业标准及工程案例,构建需求与设计方案的关联模型。在实际应用中,输入设计目标、性能要求、成本约束等关键参数后,系统可智能识别需求优先级,自动匹配相似成功案例,快速生成多种差异化设计方案,并标注各方案的优势与不足,大幅缩短方案设计周期,降低设计人员的重复劳动,同时提升方案的可行性与合理性^[2]。(2) 生成式设计的应用: 生成式设计突破了传统拓扑优化的局限,依托人工智能算法,结合设计目标、材料特性、制造工艺等约束条件,自主探索最优结构形式。与传统“人为设计-验证”的模式不同,生成式设计可同时生成上百种符合要求的结构方案,通过算法迭代筛选出重量最轻、强度最高、成本最低的最优解,尤其适用于复杂机械结构设计,既能突破设计师的思维局限,又能实现结构性能与制造经济性的平衡,为高端机械装备设计提供新路径。

2.2 人工智能在机械参数优化中的应用

(1) 基于深度学习的参数建模与优化: 机械设计中,参数设置直接决定产品性能,传统参数优化依赖设计师经验,效率低且易出现偏差。人工智能通过深度学习算法,构建设计参数与产品性能(如强度、刚度、寿命)的非线性关联模型,无需人工干预即可自动调整参

数组合,实现参数的动态优化与迭代。针对复杂机械系统,可同时优化多个相互关联的参数,解决传统优化方法难以处理的多目标、多约束优化问题,确保设计参数达到最优配置,提升产品性能稳定性。(2)智能仿真验证:传统机械设计的仿真验证过程耗时久、计算量大,且需多次调整参数重复仿真,增加了设计成本。人工智能技术可加速仿真过程,通过算法优化仿真模型,减少冗余计算,同时精准预测设计方案的各项性能指标,如结构应力、运行损耗等。借助智能仿真,设计师可快速验证不同设计方案的可行性,提前发现参数设置中的问题,减少物理样机的制作与试验次数,大幅降低试验成本,缩短设计迭代周期^[3]。

2.3 人工智能在机械设计容错与改进中的应用

(1)设计缺陷智能识别:机械设计图纸、三维模型中易存在尺寸偏差、结构干涉、工艺不合理等潜在缺陷,传统人工检测效率低、漏检率高。人工智能结合计算机视觉与模式识别技术,可自动扫描设计图纸与三维模型,对比行业标准与历史合格案例,精准识别潜在缺陷,并标注缺陷位置、类型及影响范围,帮助设计师快速排查问题,避免因设计缺陷导致后续制造环节出现返工、报废等问题。(2)基于历史数据的设计改进建议:人工智能通过挖掘过往设计案例、故障数据及改进记录,总结设计经验与不足,构建设计改进知识库。当设计师进行新的设计或优化现有方案时,系统可基于历史数据,为设计优化提供针对性的智能建议,如材料替换、结构调整、参数修正等,帮助设计师规避常见设计误区,借鉴成功经验,持续提升设计质量与效率,推动机械设计水平的迭代升级。

3 人工智能技术在机械制造中的应用

3.1 人工智能在智能加工中的应用

(1)加工参数智能优化:在机械加工过程中,切削、磨削等工艺参数直接影响加工精度、效率及刀具损耗,传统参数设置依赖操作人员经验,难以适应复杂加工场景的动态变化。人工智能技术可实时采集加工过程中的切削力、温度、转速等数据,通过机器学习算法分析数据关联规律,动态调整工艺参数,实现加工过程的自适应控制。既能有效提升零件加工精度,减少尺寸偏差,又能提高加工效率,降低刀具磨损,实现高效、精准、节能的加工目标。(2)柔性加工与个性化生产:随着市场需求向多品种、小批量转型,传统刚性生产线难以满足个性化生产需求。基于人工智能的生产调度系统,可实时分析订单需求、设备状态、物料供应等信息,智能规划加工流程,灵活调整生产任务,实现不同品种产品

的高效切换。通过人工智能对生产资源的动态调配,打破传统生产的刚性局限,兼顾生产效率与个性化需求,助力企业快速响应市场变化,提升核心竞争力。

3.2 人工智能在质量检测与控制中的应用

(1)基于计算机视觉的缺陷检测:机械零部件的表面划痕、尺寸偏差、内部裂纹等微小缺陷,传统人工检测效率低、漏检率高,且受人为因素影响较大。人工智能结合计算机视觉技术,通过高清摄像头采集零部件图像,利用深度学习模型对图像进行精准分析,可自动识别各类微小缺陷,标注缺陷位置、类型及严重程度,检测精度与效率远超人工检测,同时实现检测过程的自动化、标准化,减少人为误差^[4]。(2)质量异常智能预警:质量控制的核心是提前防范隐患,传统质量控制多为事后检验,难以实现主动防控。人工智能利用机器学习算法,持续分析生产过程中的加工参数、设备运行数据、物料特性等信息,构建质量异常预警模型,当数据出现异常波动时,及时发出预警信号,提醒工作人员排查问题,实现质量的主动控制,减少不合格产品的产生,降低生产成本。

3.3 人工智能在设备运维与故障诊断中的应用

(1)设备故障智能诊断:机械制造设备结构复杂,故障隐蔽性强,传统故障诊断依赖专业技术人员,效率低且易误判。通过在设备关键部位安装传感器,实时采集振动、温度、噪声等运行数据,结合深度学习模型,可对设备运行状态进行实时监测,精准识别故障类型、定位故障部位,甚至预判潜在故障趋势,为故障维修提供精准指导,缩短维修时间,降低维修难度。(2)预测性维护:预测性维护依托人工智能技术,通过分析设备历史运行数据、故障记录等信息,构建设备寿命预测模型,精准预测设备运行状态及潜在故障,提前制定科学合理的维护计划,避免盲目维护与过度维护。通过预测性维护,可有效减少设备非计划停机时间,降低维护成本,延长设备使用寿命,保障生产流程的连续性与稳定性。

3.4 人工智能在制造管理中的应用

(1)智能生产调度:机械制造过程涉及人力、设备、物料等多种资源,传统生产调度易出现资源分配不合理、生产进度滞后等问题。人工智能算法可综合分析订单优先级、设备负荷、物料供应等因素,自动优化生产计划,合理分配生产资源,动态调整生产进度,避免设备闲置与物料积压,提升生产效率,确保生产任务按时完成。(2)智能物流与库存管理:物料调度与库存管理是制造管理的重要环节,传统模式易出现物料调度滞后、库存积压或短缺等问题。人工智能技术可实时监控物料流过程,精

准调度物料运输路线与时间,实现物料的高效配送;同时动态分析库存数据,预测物料需求,优化库存水平,减少库存积压,降低库存成本,实现物流与库存的智能化、精细化管理^[5]。

4 人工智能应用的现存问题与发展展望

4.1 人工智能在机械设计与制造中应用的现存问题

(1) 技术层面:当前人工智能在机械领域应用存在明显短板,企业数据积累分散且标准不统一,难以支撑模型高效训练;同时AI模型多为“黑箱”模式,可解释性差,难以满足工业场景的可靠性要求,且高端计算设备成本较高,部分技术脱离实际生产需求,适配性不足,难以充分发挥作用。(2) 人才层面:行业亟需机械工程与人工智能交叉的复合型人才,现有从业人员多擅长单一领域,要么精通机械设计制造但缺乏AI技术储备,要么掌握AI技术却不了解工业场景需求,技能结构失衡,无法满足技术融合应用的实际需求。(3) 应用层面:中小企业受资金、技术、人才限制,人工智能应用门槛较高,技术落地成本昂贵,难以承担相关设备与技术投入;同时部分企业对AI融合的价值认知不足,仍依赖传统生产模式,缺乏主动转型的意识和动力。

4.2 人工智能在机械设计与制造中的发展展望

(1) 技术发展趋势:工业大模型将与机械设计制造领域深度融合,实现设计、加工、运维等全流程数据的高效处理与智能决策;边缘计算与人工智能的结合,将有效降低数据传输延迟,提升现场实时控制能力,进一步增强技术的智能化水平与实际实用性,推动AI技术向轻量化、精准化方向发展。(2) 应用发展趋势:人工智能将逐步贯穿机械设计、加工、质量检测、设备运维、生产管理全流程,实现全链条智能化融合;同时推动柔性制造、绿色制造模式升级,优化生产流程、降低能源消耗与污染物排放,助力制造业摆脱传统发展瓶颈,向高端化、智能化、绿色化方向转型。

4.3 应对策略与建议

(1) 技术层面:建立行业统一的数据共享机制,规范数据采集、存储与使用标准,推动企业间数据资源整合共享;持续优化AI算法,降低计算成本,结合机械领域实际生产场景开展技术研发,推动人工智能技术与机械领域的深度适配,提升技术落地可行性。(2) 人才层面:完善高校交叉学科培养体系,增设机械工程与人工智能融合相关专业,优化课程设置;加强校企合作,搭建实践教学平台,提升从业人员的综合技能,定向培养符合行业需求的复合型交叉人才。(3) 产业层面:政府加大政策扶持与资金投入力度,推出针对性补贴与扶持政策,降低中小企业人工智能应用门槛;推动产业链上下游协同发展,促进技术、人才、数据等资源共享,形成产业合力,推动行业整体转型升级。

结束语

人工智能技术为机械设计与制造行业注入了新的发展活力,其在全流程的深度应用,有效解决了传统模式的诸多痛点,大幅提升了设计效率、制造精度与管理水平。尽管当前应用仍面临数据不统一、复合型人才短缺等问题,但随着技术优化、人才培养与政策扶持,二者融合将更加深入。未来,需持续推动技术落地与创新,助力机械制造业实现高端化、智能化、绿色化转型,彰显人工智能的产业赋能价值。

参考文献

- [1]苏佳楠.人工智能技术在汽车配件机械设计与制造中的创新应用[J].内燃机与配件.2025,14(3):83-85.
- [2]郭思迪.人工智能技术在机械设计与制造中的应用[J].大众标准化.2025,31(4):176-179.
- [3]石中楠.人工智能技术在机械设计制造中的应用探讨[J].中国设备工程.2024,20(15):211-214.
- [4]秦先明.机械设计制造中人工智能技术的融合与应用实践研究[J].专用汽车.2024,8(11):103-106.
- [5]涂岐旭.机械设计制造中人工智能技术的应用[J].模具制造.2024,24(11):127-130.